

## Logistik

Heinz Bernhardt,

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Technische Universität München

### Kurzfassung

In den letzten Jahren sind die Transportmengen in der Landwirtschaft besonders durch den Biogasboom deutlich angestiegen, auch die Transportentfernungen sind dabei mit angestiegen. Dies führte zu einer Diskussion bezüglich Traktor oder LKW als optimales landwirtschaftliches Transportfahrzeug und der Entwicklung von Mischformen. Die Transportkapazitäten werden optimiert und Verknüpfungen mit anderen Transportsystemen wie z.B. Vorderwagen zur Kopplung mit Sattelaufliegern entwickelt. Die Ausdehnung der Infield-Logistik über Überladewagen ist außer in der Getreideernte auch bei Zuckerrüben und Silomais zu beobachten. Im Bereich der Informationstechnologie kommt es zur Vernetzung von Waren- und Datenlogistik, um Daten frühzeitig generieren zu können und damit die Optimierung von Logistikprozessen umzusetzen.

### Schlüsselwörter

LKW, Umschlagsysteme, Datenlogistik

## Logistic

Heinz Bernhardt,

Agricultural Systems Engineering, Technische Universität München

### Abstract

In the last years the amount of transported goods and the transport distances in the agricultural sector are rising. This is especially caused by the biogas boom. Therefore a discussion is led regarding the optimal transport vehicle: tractor, truck or a mixed model. The transport capacities were optimized and connections with other transport systems developed e.g. front vehicles for coupling with semitrailers. The extension of Infield-Logistic with reload wagon can be observed in grain harvest, sugar beets and silo corn. In the area of information technology goods and data logistic has been connected to generate data early and to optimize logistic processes.

### Keywords

Truck, reload systems, data logistic

## Entwicklung der Rahmenbedingungen

Die Transportlogistik ist seit Jahren ein stark wachsender Sektor. Die Beförderungsleistung des Güterverkehrs stieg in den letzten 10 Jahren um rund 30 % [1]. Ähnlich ist die Entwicklung auch in der Landwirtschaft zu beobachten. Durch den Biogasboom stieg die Anbaufläche von Silomais von 1,1 Mio. ha in 2002 auf über 2 Mio. ha in 2012 [2]. Dies führt auch zu einem deutlichen Anstieg der Transportmenge in der Ernte je Hektar, im Vergleich zu z.B. Weizen. Die durchschnittliche Transportentfernung in der Landwirtschaft entwickelt sich durch Betriebswachstum und Reorganisation der Verarbeitungsstandorte [3] ebenfalls nach oben.

## Transportfahrzeuge

### *Zugmaschine*

Das landwirtschaftliche Transportgeschehen ist vom grundlegenden Bedürfnis der Leistungssteigerung geprägt. Der gewerbliche Güterverkehr wird mittels LKW organisiert. Hieraus ergibt sich die Fragestellung, wie weit diese Spezialmaschine auch für die Bedürfnisse der landwirtschaftlichen Logistik geeignet ist. Verschiedene Vergleichsuntersuchungen haben deshalb beide Konzepte miteinander verglichen [4; 5]. Es zeigt sich, dass die möglichen Transportmassen beim LKW durch die Sattelaufleger um 1 bis 2 Tonnen höher liegen. Die durchschnittliche Geschwindigkeit die unter den Untersuchungsbedingungen ermittelt werden konnte, beträgt beladen beim LKW auf Landstraße 45 km/h und 27 km/h in Ortsdurchfahrten und beim Traktor mit 50 km/h bauartgedingter Höchstgeschwindigkeit auf Landstraße 39 km/h und 26 km/h in Ortsdurchfahrten [6]. Der Kraftstoffverbrauch ist beim LKW pro Transporteinheit geringer und durch das bessere Beschleunigungsverhalten ist ein mitschwimmen im Verkehr eher möglich.

Das Problem beim Einsatz von Standard-LKW in der Landwirtschaft sind die unzureichenden Fahreigenschaften auf unbefestigten Feldwegen und besonders bei der Silagelogistik auf dem Feld. Lösungsansätze von Seiten des Traktors für diese Problematik sind höhere Endgeschwindigkeiten und für Transportaufgaben angepasste Getriebe [7]. Ein anderer Ansatz sind Traktorreifen mit MPT Profil. Hier zeigen erste Untersuchungen einen geringeren Kraftstoffverbrauch, höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten und eine Reduktion der Fahrgeräusche [8; 9].

Beim LKW ergibt sich als Möglichkeit eine Umorganisation der Transportketten mit einer Übergabestelle an befestigten Feldwegen [10; 11]. Technische Anpassungen der LKW an die Anforderungen der Agrarlogistik werden aktuell von einigen Herstellern angeboten [12; 13]. Hier ergibt sich das Problem, dass teilweise zur Verbesserung der Fahreigenschaften auf unbefestigtem Grund großvolumige Reifen mit Reifendruckregelanlage eingesetzt werden, die über die für LKW erlaubte Außenfahrzeugbreite von 2,55 m hinausragen. Um dies zu ermöglichen muss das Fahrzeug als landwirtschaftliches Fahrzeug umgruppiert werden. In diesem Zusammenhang ist bei einigen Zulassungsbehörden dann aber die Nutzung einer Sattelkupplung bei der Fahrzeugabnahme nicht mehr erlaubt [14]. Diese kann

dann durch eine Kugelkopfkupplung ersetzt werden. Diese strukturellen Veränderungen greifen so massiv in das Fahrzeugkonzept ein, dass die ursprünglich angepeilten Vorteile des Systems durch den Fahrzeugtausch mit dem Massenmarkt Sattelaufleger nicht umsetzbar sind. Die Fahrzeugauslastung muss somit im landwirtschaftlichen Bereich abgedeckt werden.



**Bild 1:** MB Arcos im Agrarbereich [12]

**Figure 1:** MB Arcos in agriculture [12]

### *Anhänger*

Die grundlegenden Entwicklungsziele landwirtschaftliche Transportfahrzeuge lassen sich als maximale Nutzlast und -volumen, bei Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen definieren. Der Sattelaufleger entspricht annähernd diesem Ziel. Hier gibt es die Möglichkeiten, dies über Vorderwaagen mit Sattelkupplung als Gliederzug an den Traktor zu montieren [15]. Als Entladesysteme sind besonders in der Häckselgutkette immer mehr Band- [13] oder Abschiebesysteme [16] anzutreffen. Ebenfalls in der Häckselgutkette setzen sich automatisierte Abdeckungssysteme zur Ladungssicherung durch.

Zur Verbesserung der Transporteigenschaften werden erste landwirtschaftliche Anhänger mit elektrisch angetriebenen Fahrzeugachsen angeboten. Diese unterstützen die Transportfahrzeuge sowohl im Feldeinsatz, als auch bei Straßenfahrten [16]. Speziell für den Biogassektor werden für Anlagen mit dezentralen Substratlagerern Kombianhänger entwickelt. Diese können als Schüttgutfahrzeuge für Silage genutzt werden aber nach dem Anheben

eines doppelten Bodens und dem Ausbilden eines geschlossenen Transportraumes, auch für den Rücktransport von flüssigen Gärresten [17].

### Umschlagtechnik

Der Überladewagen hat sich in den letzten Jahren in verschiedensten Betriebsstrukturen für den Transport von Getreide vom Mähdrescher zum Feldrand etabliert. Um diese Struktur aufrecht zu erhalten ist dem Anstieg der Ernteleistung der Mähdrescher auch eine Transportleistungssteigerung der Überladewagen notwendig. Um die damit einhergehenden Fahrzeuggewichte Bodenschonend bewältigen zu können, sind neue Fahrwerkskonzepte notwendig. Teilweise geht man dabei auf drei- bis vier-achsige Systeme [18], was aber zu Schwierigkeiten mit der Wendigkeit auf dem Feld führen kann. Um dies zu umgehen, versucht man einachsige Fahrzeuge mit möglichst großvolumigen Reifen zu bestücken und über teleskopierbare Achsen die Standsicherheit zu gewährleisten. Eine weitere Alternative zur Bodenschonung bei Überladewagen sind Bandlaufwerke [19; 20; 21].



**Bild 2:** Ropa Nawaro-Maus [22]

**Figure 2:** Ropa Nawaro-Maus [22]

Im Bereich der Zuckerrübenenernte zeichnet sich auch ein Trend zur Umstellung der Transportlogistik im Feld ab. Durch die Entwicklung von neun-reihigen Rübenvollerntern

reichen die Bunkerkapazitäten für den Transport der Zuckerrüben zur Feldmiete nicht mehr generell aus. Der Zwischentransport der Rüben auf dem Feld mit Traktoren und Anhängern ist nicht bei allen Erntebedingungen sicher und bodenschonend zu gewährleisten. Aus diesem Grund entwickeln sich selbstfahrende Überladefahrzeuge, die ein dem Rübenroder vergleichbares bodenschonendes Fahrwerk besitzen [18; 23]. Durch den Wegfall des Abbunkerns an der Feldmiete werden auch Leistungssteigerungen des Zuckerrübenroders angestrebt.

Durch den Biogasboom der letzten Jahre kam es in der Silagelogistik zu einem deutlichen Anstieg der durchschnittlichen Transportentfernungen, dadurch war es teilweise nötig das bisherige einphasige Erntesystem in ein mehrphasiges Erntesystem umzuorganisieren. Ansätze mit speziellen Überladewagen auf dem Feld [17; 18], können sich nicht allgemein durchsetzen. Erfolgversprechender zeigen sich im Augenblick Systeme mit einem Überlader am Feldrand. Diese gibt es sowohl als mobile Förderbänder mit einer Schüttaufnahme [16], als auch als selbstfahrende Nawaro-Mäuse mit einem Schüttbunker [24] oder einer Aufnahme, die das Häckselgut aus einer Zwischenmiete aufnimmt [22].

### **Informationstechnologie in der Logistik**

Es zeigt sich das Logistik auch immer mehr die Logistik der mit der Ware verbundenen Daten umfasst. Diese Systeme beginnen mit der Datenerfassung in der Einzelmaschine. Dies können Erträge, Gutfeuchte oder Inhaltsstoffe bei Getreide oder Silomais [25; 26] sein, die als Planungsdaten in die Logistikkette mit einfließen. Auch Positionsdaten von Transportfahrzeugen können durch mathematische Modelle zur Kennzahlengenerierung von Verfahrensketten herangezogen werden [27]. Ein wichtiger Schritt stellt hierbei auch die Entwicklung von elektronischen Waagen im Transportanhänger da deren Daten auch für die Abrechnung des Transportgutes geeignet sind [16].

Wenn mehrere Maschinen in einer Logistikkette gleichzeitig auf einer Fläche arbeiten, ist die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen den Maschinen für einen optimierten Ablauf zwingend notwendig [28; 29]. Dies kann nicht allein durch eine Kommunikation der Fahrer über Funk oder Ähnliches abgedeckt werden, da es hier zu Missverständnissen und Ermüdungserscheinungen kommt. Hierzu sind automatisierte Systeme notwendig [30; 31]. Eine Basis für die Kommunikation verschiedener Fahrzeughersteller untereinander und mit Betriebsmanagementsystemen wurde im IGreen Projekt gelegt [32; 33]. Eine Möglichkeit einer Kommunikationsstruktur zeigt das Projekt Laseko, bei dem über lokale W-Lan Netze der Einzelmaschinen die Daten bei der Gutübergabe mit übergeben wurden [34]. Andere Kommunikationsstrukturen versenden jeweils angefallene Daten über GSMN an einen zentralen Server im Internet und verbinden Daten und Ware rückwirkend wieder miteinander [26; 32]. Für den mobilen Zugriff auf der Fläche etablieren sich auch immer mehr Smartphones mit Apps, die über die Verknüpfung mit anderen Applikationen, wie z.B. Kartendienste für die Logistik genutzt werden können [35; 36]. Im Zuge des notwendigen Datenaustausches in der Logistik werden auch bisher bestehende Systemgrenzen, wie z.B. zwischen landwirtschaftlichen Schlagkarteien und den elektronischen Datenbanksystemen



von Fahrzeugwaagen, überwunden [37] Dies ist auch gegenüber anderen Systempartnern wie z.B. dem Landhandel oder Agrarverwaltung geboten [38; 39].

Auf Basis dieser Daten können entsprechende Optimierungstools aufgesetzt werden [40; 41].



**Bild 3:** Fliegl FWS ISOBUS-Wiegesystem [16]

**Figure 3:** Fliegl FWS ISOBUS weighing system [16]

### **Zusammenfassung**

Es zeigt sich, dass die Agrarlogistik aktuell deutlichen technischen und organisatorischen Umstrukturierungen ausgesetzt ist. Der Trend geht zu einer Spezialisierung des Sektors und der Übernahme von Technik aus dem gewerblichen Güterverkehr. Mit der verstärkten Integration von Informationstechnologie sollen die wachsenden Transportketten auch weiterhin handhabbar bleiben.

## **Literatur**

- [ 1] Hütter, A.: Verkehr auf einen Blick. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt 2013.
- [ 2] Deutsches Maiskomitee: Anbaufläche Silomais, URL [http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufl%C3%A4che\\_Silomais](http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufl%C3%A4che_Silomais), 23.12.2013.
- [ 3] Klein, M. und Baumgarten, E.: Neue Wege zur Optimierung von Rodung und Rübenentransport in der Wetterau, URL [http://bisz.suedzucker.de/Downloads/Kuratoriumstagungen/2011/Klein\\_Baumgarten\\_-\\_Neue\\_Wege\\_zur\\_Optimierung\\_Rodung\\_und\\_Transport.pdf](http://bisz.suedzucker.de/Downloads/Kuratoriumstagungen/2011/Klein_Baumgarten_-_Neue_Wege_zur_Optimierung_Rodung_und_Transport.pdf), 19.1.2014.
- [ 4] Kowalewsky, H.-H.: Schlepper, Unimog und Lkw im Vergleichstest. BIOGAS Journal (2011) 4, 44-50.
- [ 5] Götz, S.; Holzer, J.; Winkler, J.; Bernhardt, H. und Engelhardt, D.: Agrarlogistik – Systemvergleich von Transportkonzepten der Getreidelogistik; Landtechnik (2011) 5, 381-386.
- [ 6] Bernhardt, H.; Götz, S.; Heizinger, V.; Zimmermann, N. und Engelhardt, D.: Energy consumption of agricultural transports an influencing factors, International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng 2012, 8.-12. July 2012, URL [http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla\\_137\\_C1768.pdf](http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla_137_C1768.pdf), Valencia / Spain.
- [ 7] Reckleben, Y. und Thomsen, H.: Getriebevergleich bei Traktoren im Straßentransport. Landtechnik (2013) 2, 126-129.
- [ 8] Reckleben, Y.; Schäfer, N. und Weißbach, M.: Steigerung der Effizienz bei Straßentransporten mit unterschiedlichen Reifentypen für Traktoren. Landtechnik (2013) 3, 196-201.
- [ 9] Servadio, P. und Belfiore, N.: Influence of tyres characteristics and travelling speed on ride vibrations of a modern medium powered tractor Part I: Analysis of the driving seat vibration. CIGR Journal (2013) 4, 119-131.
- [10] Döring, G. und Schleicher, R.: Verfahrensalternativen für Biomassetransporte. URL [http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Verfahrensalternativen\\_fur\\_Biomassetransporte.pdf](http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Verfahrensalternativen_fur_Biomassetransporte.pdf), 21.01.2014
- [11] Heitkämper, K.; Wagner, A. und Schick, M.: Mehrphasige Transportverfahren in der Silomaisernte. Landtechnik (2012) 5, 350-353.
- [12] Mercedes Benz: Mercedes-Benz auf der Agritechnica 2013 Neue Generation Unimog und neuer Arocs. Presseinformation, November 2013, Stuttgart.
- [13] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Krampe, URL <http://www.krampe.de>, 14.1.2014
- [14] Vaupel, M.: Straßenverkehrsrecht im landwirtschaftlichen Betrieb. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 2013.
- [15] Engelhardt, D.; Zimmermann, N. und Bernhardt, H.: Organisation/Realisation der Getreideernte bis zur Vermarktung. In: Landtechnik für Profis 2013, 71-80. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2013.

- [16] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Fliegl, URL <http://www.fliegl-agrartechnik.de>, 14.1.2014
- [17] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Annaburger, URL <http://www.annaburger.de>, 14.1.2014
- [18] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Hawe, URL <http://www.hawe-wester.de>, 14.1.2014
- [19] Fleischmann, M.; Heizinger, V.; Demmel, M.; Brandhuber, R. und Bernhardt, H.: Influence to the soil texture of an single-axle grain auger wagon; In: XXXV CIOSTA-CIGR V Conference "From effective to intelligent farming and forestry", Billund/Denmark: CIOSTA, 2013.
- [20] Fleischmann, M.; Bernhardt, H.; Heizinger, V.; Brandhuber, R. und Demmel M.: Analysis of the varying loading scenarios of a grain auger wagon during harvest. In: XXXV CIOSTA-CIGR V Conference "From effective to intelligent farming and forestry", Billund/Denmark: CIOSTA, 2013.
- [21] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Horsch, URL <http://www.Horsch2.com>, 14.1.2014
- [22] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Ropa, URL <http://www.ropa-maschinenbau.de>, 14.1.2014
- [23] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Holmer, URL <http://www.holmer-maschinenbau.de>, 14.1.2014
- [24] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Palandt, URL <http://www.palandt-agrartechnik.de>, 14.1.2014
- [25] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Claas Agrosystems, URL <http://www.claas-agrosystems.com/>, 14.1.2014
- [26] -, -: Internetauftritt des Unternehmens John Deere, URL <http://www.deere.de>, 14.1.2014
- [27] Heizinger, V. und Bernhardt H.: Algorithmische Analyse von Transportsystemen für Biomasse, Landtechnik (2012) 1, 22-25.
- [28] Bochtis, D.; Sørensen, C., Busato, P. und Berruto, R.: Benefits from optimal route planning based on B-patterns. Biosystems Engineering (2013) 4, 389-395.
- [29] Orfanou, A.; Busato, P.; Bochtis, D.; Edwards, G.; Pavlou, D.; Sørensen, C. und Berruto, R.: Scheduling for machinery fleets in biomass multiple-field operations. Computers and Electronics in Agriculture (2013) 94, 12-19.
- [30] Schattenberg, J.; Harms, H.; Lang, T.; Becker, M.; Batzdorfer, S.; Bestmann U. und Hecker, P.: Datenaustausch in mobilen Maschinenverbänden zur echtzeitfähigen Positionierung. Landtechnik (2013) 5, 359-364.
- [31] Robert, M. und Lang, T.: Gefahrenraumallokation mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation. Landtechnik (2012) 6, 432-434.
- [32] Meyer, A.; Kormann, G.; Rusch, C. und Grothaus, H.: Entwicklung und Standardisierung einer herstellerübergreifenden drahtlosen Kommunikation im Forschungsprojekt iGreen. VDI-MEG LandTechnik 2012 Karlsruhe November 2012 S.103-110. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.



- [33] Horstmann, J.: iGreen: Datenmanagement von der Forschung bis zum Praxiseinsatz. VDI-MEG LandTechnik 2012 Karlsruhe November 2012 S.111-118. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [34] Rusch, C.: Untersuchung der Datensicherheit selbstkonfigurierender Funknetzwerke im Bereich von mobilen Arbeitsmaschinen am Beispiel der Prozessdokumentation. Berlin: Selbstverlag 2012.
- [35] Horstmann, J.: Tablets and mobil devices used as data management devices for agricultural machinery. VDI-MEG LandTechnik 2013 Hannover November 2013 S.461-468. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [36] Bosch, J. und Bernhardt, H.: JD-Link iOS Application – als Anwendungsbeispiel für ein App in der Agrartechnik, 32. GIL-Jahrestagung: Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung, 29. Februar.-1. März 2012, S. 51-54, Freising: GIL, 2012.
- [37] Pauli, A.; Angermaier, W.; Tüller, G. und Bernhardt, H.: Evaluierung von Dokumentationsdaten elektronischer Erfassungssysteme in der Erntelogistik von Biomasse
- [38] Reinecke, M.; Schäperkötter, C.; Grothaus, H.; Stiene, S.; Hartanto, R. und Scheuren, S.: Dynamisch, verteilte Infield-Planungssysteme für die Getreideernte. VDI-MEG LandTechnik 2012 Karlsruhe November 2012 S127-132. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [39] Gaese, C.; Bernhardt, H.; Popp, L.; Wörz, S.; Heizinger, V.; Damme, T.; Eberhardt, J. und Kluge, A.: Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen. 33. GIL-Jahrestagung: Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, 20.-21. Februar 2013, S. 91-94, Potsdam: GIL, 2013.
- [40] Holzer, J. und Bernhardt, H.: Optimierungs- und Simulationsansätze in der Getreidelogistik unter Berücksichtigung der automatisierten Prozessdatenerfassung während des Mähdruschs. Freising: GIL, 2012, 139-142.
- [41] Wörz, S.; Heizinger, V.; Bernhardt, H.; Gaese, C.; Popp, L.; Damme, S.; Eberhardt, J. und Kluge, K.: Routenplanung für landwirtschaftliche Fahrzeuge, 33. GIL-Jahrestagung: Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, 20.-21. Februar 2013, S. 359-362, Potsdam: GIL, 2013.

---

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

**Empfohlene Zitierweise / Scientific Review**

Bernhardt, Heinz: Logistik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-9

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055003>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/139.html>

---